

ANALISIS PERBANDINGAN KUDA KUDA BAJA RINGAN DENGAN BETON BERTULANG MENGGUNAKAN PROGRAM SAP 2000 V.18

Ahmad Efendi, Dewi Sulistyorini, Dimas Langga Candra G
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa Yogyakarta
Email: ahmadefendi354@gmail.com

Abstrak

Secara umum struktur rangka atap adalah salah satu bagian penting dalam konstruksi bangunan. Atap berfungsi melindungi bangunan yang ada dibawahnya dari pengaruh cuaca seperti hujan dari sengatan matahari dan lain-lain. Sehingga diperlukannya konstruksi yang kuat dan efisien biaya. Dalam penulisan tugas akhir ini, dibahas mengenai analisis perbandingan penggunaan rangka atap baja ringan dengan rangka atap beton bertulang menggunakan program SAP 2000. Dan menghitung deviasi standar yang dari hasil analisis metode ritter. Pada penelitian ini konstruksi kuda-kuda baja ringan dan beton bertulang yang dipakai adalah tipe howe dengan menggunakan bentang 10 m. Dimensi yang digunakan untuk kuda-kuda beton yaitu balok 35cm x 20cm, balok 20cm x 20cm, kolom 20cm x 20cm, sedangkan untuk kuda-kuda baja ringan profil L75x35x1mm. Berdasarkan analisis program SAP 2000 diperoleh momen nominal untuk beton 245 kg-m sedangkan baja ringan 20,05 kg-m sehingga momen yang dikeluarkan lebih besar beton daripada baja ringan. Dari hasil analisis, biaya pembuatan rangka kuda-kuda baja ringan yaitu Rp.2.449.000,00 relatif lebih murah dari pada biaya pembuatan rangka kuda-kuda beton bertulang yaitu Rp.5.451.622,00 biaya ini berselisih Rp.3.002.622,00 atau sekitar 45%. Selain itu juga beton bertulang memiliki kelebihan yang tidak dimiliki oleh baja ringan. Kelebihan atap beton bertulang antara lain ruangan di bawah atap bisa dipergunakan. Dan deviasi standar yang diperoleh yaitu 232,05 kg.

Kata kunci: baja ringan, beton, SAP 200, momen nominal, kuda-kuda.

Pendahuluan

Latar belakang

Seiring dengan perkembangan teknologi dan kebutuhan yang diperlukan dalam konstruksi atap. Pekerjaan suatu konstruksi proyek, dituntut untuk lebih berkualitas selain dari segi kualitas yang mutlak harus dipenuhi yaitu seperti aspek ekonomi dan kemudahan pengerjaan. Dengan demikian konstruksi kuda-kuda akan lebih mudah dengan adanya inovasi para *engineer* dan dipermudah dengan adanya program-program yang digunakan untuk menghitung maupun untuk menganalisis. Dimana banyak bangunan bentang panjang dan memerlukan konstruksi atap yang berbentang panjang sehingga memerlukan kekuatan konstruksi berdasarkan gaya dan beban yang dipikul dan efisien biaya.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka dapat dibuat suatu perumusan masalah sebagai berikut :

1. Berapa besar momen nominal dan gaya geser ?
2. Berapa harga dari konstruksi kuda-kuda?
3. Berapa nilai deviasi standar ?

Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis struktur atap baja ringan dengan beton dengan menggunakan program SAP 2000V.18.
2. Mengetahui kekuatan struktur atap antara baja ringan dengan beton.
3. Menhitung keefisienan harga antara struktur atap baja ringan dengan struktur atap beton.

Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat berupa pemecahan masalah distruktur atap tersebut. Manfaat yang dapat diperoleh antara lain :

- 1 Memberikan kemudahan dalam memilih struktur atap dengan adanya perbandingan anlisis ini antara baja ringan dengan beton.
- 2 Mempermudah untuk menganalisis struktur atap dengan material yang lain, karena berdasarkan pengalaman yang sudah dilakukan yaitu analisis perbandingan struktur atap baja ringan dan beton ini.
- 3 Bagi peneliti untuk meningkatkan dan pemahaman mengenai struktur atap yang baik dan benar. Penelitian ini juga diharapkan menjadi refrensi bagi penulis lain yang berminat dalam penelitian sejenis dimasa mendatang.

Batasan Penelitian

Penelitian ini memiliki batasan sebagai berikut :

1. Lokasi data kegempaan diambil dari wilayah Lampung (Desain Spektra Indonesia)
2. Data properti struktur kuda-kuda yang digunakan berdasarkan SNI yang terbaru.
3. Program analisa yang dipergunakan yaitu SAP 2000V.18.
4. Bentang yang dipergunakan untuk struktur kuda-kuda yang dianalisis yaitu 10 m dengan sudut 30 derajat.
5. Struktur kuda-kuda yang digunakan yaitu tipe howe.
6. Perbandingan yang digunakan yaitu beton dan baja ringan.
7. Rencana anggaran biaya menggunakan AHS wilayah Lampung 2016.
8. Baja ringan yang digunakan untuk analisis adalah dari CV. Lampung Teknik Nusantara

Tinjauan Pustaka

Sherly Anggun Rahayu (2015), Konstruksi rangka atap adalah bagian atas dari suatu bangunan yang merupakan struktur rangka batang yang diletakkan pada sebuah bidang dan saling dihubungkan dengan sendi pada ujungnya, sehingga membentuk suatu bagian bangunan yang terdiri dari segitigasegitiga. NinikParyati (2009), beberapa program komputer yang dapat digunakan untuk mempermudah analisis antara lain adalah program aplikasi komputer yaitu Structure Analysis Program (SAP) 2000V.11. Program ini merupakan software struktur untuk teknik sipil. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis dengan menggunakan perhitungan secara manual kemudian diaplikasikan kedalam program SAP 2000 V11 untuk pembebanan dan check kekuatan kuda-kuda baja. Hasil analisis menunjukkan bahwa struktur kuda-kuda bentang 22,2 m, jarak kuda-kuda 2.5m menggunakan frame 2L.60.60.6mm & 2L. 50.50.5 mm serta gording baja canal 150 x 65 x 20 x 3,2 mm dengan baja BJ 37 sangat kuat.

Landasan Teori

Atap

Secara umum struktur rangka atap adalah salah satu bagian penting dalam konstruksi bangunan. Royani (2011) berpendapat bahwa:

“Struktur atap adalah bagian bangunan yang menahan atau mengalirkan beban-beban dari atap. Struktur atap terbagi menjadi rangka atap dan penopang rangka atap. Rangka atap berfungsi menahan beban dari bahan penutup atap sehingga umumnya berupa susunan balok–balok (dari kayu/bambu/baja) secara vertikal dan horizontal kecuali pada struktur atap dak beton. Berdasarkan posisi inilah maka muncul istilah gording, kasau dan reng.”

Dalam konstruksi bangunan, rangka atap adalah elemen penopang beban diatasnya yaitu beban penutup atap, beban angin, dan curah hujan. Rangka atap terdiri dari 3 elemen, diantaranya :

- a. Kuda penopang, berfungsi menyalurkan gaya tekan.
- b. Balok dasar, berfungsi sebagai penahan gaya tarik.
- c. Tiang tengah, berfungsi mendukung balok bubungan dan menerima gaya tekan (Heinz Frick, ilmu konstruksi bangunan 2 hal 192).

Kuda-kuda Beton

Kuda-kuda beton dibuat dari beton bertulang dengan ukuran tergantung bentang atapnya. Tinggi penampang balok kuda-kuda beton biasanya berukuran 1/10 s/d 1/12 bentang atapnya. Dengan perbandingan 2:3 untuk perbandingan lebar dan tingginya. Kuda-kuda beton biasanya dipasang mengikuti modul ruang yang ada di bawahnya, karena memiliki penulangan yang bisa meneruskan kepada penulangan kolom. Jarak maksimal antar kuda-kuda adalah 4 m. Di atas kuda-kuda beton inilah dipasang gording kayu. Bisa mempergunakan kayu berukuran 8/12cm. Di atas gording kayu tersebut, barulah disusun usuk dan reng. Bila di antara balok kuda-kuda tersebut diisi dengan bata, maka disebut gunungan atau sopi-sopi. Kelebihan konstruksi atap kuda-kuda beton

- a. Ruangan di bawah atap bisa dipergunakan
- b. Biaya relatif murah
- c. Kekuatan lebih terjamin

Kekurangan konstruksi atap kuda-kuda beton

- a. Beban konstruksi kepada pondasi dan kolom berat.
- b. Waktu pengerjaan lama, karena harus menunggu umur beton mengering.
- c. Proses pengerjaan repot karena memerlukan bekisting.

Kuda-kuda baja ringan

Seperti diungkapkan di atas, material ini menjadi pilihan utama bagi bahan konstruksi atap. Harga yang relatif murah dan kecepatan pemasangan menjadi pertimbangan utama. Kuda-kuda ini terbentuk dari material dasar baja mutu tinggi yang dibuat dengan sistem rol menjadi berbentuk profil dengan ketebalan 0,75 s/d 1,25 mm. Ketebalan ini sangat menentukan kekuatan kuda-kuda baja ringan.

Konstruksi atap baja ringan terdiri dari kuda-kuda yang disusun rapat pada jarak 1 s/d 1,2 m. Batang miring kuda-kuda baja ringan berfungsi sekaligus sebagai usuk. Di atas kuda-kuda yang rapat inilah langsung dipasang reng dengan jarak sesuai jenis genteng yang dipakai. (sumber: (sumber: <https://septanabp.wordpress.com/tag/kuda-kuda-beton/> 21/03/2017 14.32).

Kelebihan konstruksi baja ringan

1. Waktu pengerjaan sangat cepat
2. Biaya relatif murah
3. Beban konstruksi kepada pondasi dan kolom menjadi lebih ringan

Kekurangan konstruksi baja ringan

1. Ruang atap tidak bisa dipakai, karena kuda-kuda baja ringan harus disusun pada jarak yang rapat.
2. Sulit ketika akan melakukan renovasi atau perubahan bentuk bangunan.

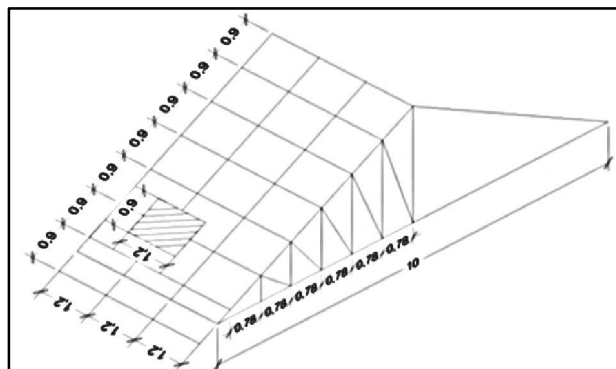
Tegangan dan renggangan pada batang

Perubahan bentuk dan ukuran benda bergantung pada arah dan letak gaya luar yang diberikan. Ada beberapa jenis deformasi yang bergantung pada sifat elastisitas benda, antara lain tegangan (stress) dan regangan (strain). Tegangan menunjukkan kekuatan gaya yang menyebabkan perubahan bentuk benda. Tegangan (stress) didefinisikan sebagai perbandingan antara gaya yang bekerja pada benda dengan luas penampang benda.

Pembahasan

Data Material Baja Ringan

1. Data Material Kuda-Kuda Baja Ringan
 - a. Tipe kuda-kuda : howe
 - b. Profil baja ringan : L75x35x1mm
 - c. Atap metal, jarak reng 0,9 m: 0,56 kg/m
 - d. Kemiringan atap : 30°
 - e. Jarak antara kuda-kuda : 1,2 m
 - f. Beban hidup : 100 kg
 - g. Beban angin : 25 kg
 - h. Beban atap metal : 50 kg/m²
 - i. Kuat leleh f_y : 450 Mpa
 - j. Kuat tarik f_u : 550 Mpa
 - k. Koefisien angin desak (SNI) : 0,8
 - l. Koefisien angin hisap (SNI) : 0,4



Gambar 1.Dimensi baja ringan

$$\text{Area } 0,9 \times 1,2 = 1,08 \text{ m}^2$$

$$\text{Beban mati } (0,9 \times 50) + (1,2 \times 0,56) = 45,672 \text{ kg}$$

$$\text{Beban hidup} = 100 \text{ kg}$$

$$\text{Beban penggantung (Plafon asbes + rangka + penggantung)} = 18 \text{ kg} + 1,85 + 2,5 = 22,3 \text{ kg}$$

Beban angin : (koefisien angin x luasan x beban angin)

$$\text{Beban desak } 0,8 \times 1,08 \times 25 = 21,6 \text{ kg}$$

$$\text{Beban hisap } 0,4 \times 1,08 \times 25 = 10,8 \text{ kg}$$

Beban W

$$W1 = \text{Arah horizontal} : 21 \times \sin 30^\circ = 10,5 \text{ kg}$$

$$\text{Arah vertical} : 21 \times \cos 30^\circ = 18,2 \text{ kg}$$

$$W2 = \text{Arah horizontal} : \frac{1}{2} \times 10,5 = 5,25 \text{ kg}$$

$$\text{Arah vertical} : \frac{1}{2} \times 18,2 = 9,1 \text{ kg}$$

$$W3 = \text{Arah horizontal} : 10,8 \times \sin 30^\circ = 5,4 \text{ kg}$$

Arah vertical : $10,8 \times \cos 30^\circ = 9,35 \text{ kg}$

W4 = Arah horizontal : $\frac{1}{2} \times 5,4 = 2,7 \text{ kg}$

Arah vertical : $\frac{1}{2} \times 9,35 = 4,7 \text{ kg}$

Kombinasi pembebanan kedalam program SAP 2000

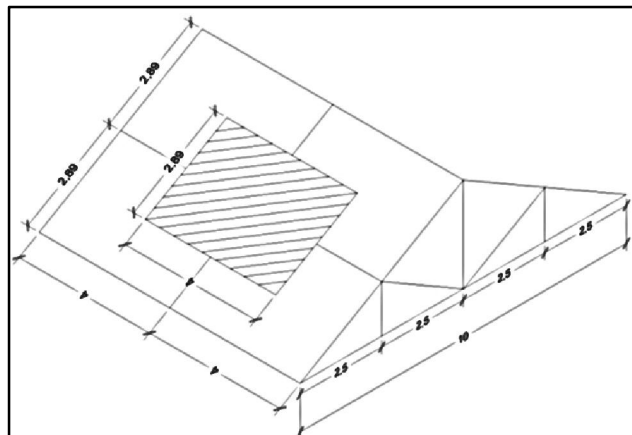
Beban mati = 1,2

Beban hidup = 1,6

Beban angin = 1,5

Data Material Beton Bertulang

1. Beban atap : 50 Data Material Kuda-Kuda Beton Bertulang
 - a. Tipe kuda-kuda : howe
 - b. Atap metal, jarak gording : 2,89 m
 - c. Profil canal L150x50x20x3,2 : 6,767 kg
 - d. Kemiringan atap : 30°
 - e. Jarak antara kuda-kuda : 4 m
 - f. Beban hidup : 100 kg
 - g. Beban angin : 25 kg
- h. Kuat leleh f_y : 240 mpa
- i. Kuat tarik f_u : 370 Mpa
- j. Mutu Beton : 25 MPa
- k. Koefisien angin desak (SNI) : 0,8
- l. Koefisien angin hisap (SNI) : 0,4
- m. Dimesi beton
 1. Balok kuda-kuda : 35cm x 20cm
 2. Balok pengaku : 20cm x 20cm
 3. Kolom kuda-kuda : 20cm x 20cm



Gambar 2. Dimensi Beton Bertulang

Area $2,89 \times 4 = 11,2 \text{ m}^2$

Beban mati Atap ($11,2 \times 50$) = 560 kg

Gording ($6,767 \times 4$) = 27,06 kg

Total = 587,06 kg

Beban hidup = 100 kg

Beban penggantung (Plafon asbes + rangka + penggantung) $18 \text{ kg} + 1,85 + 2,5 = 22,3 \text{ kg}$

Beban angin : (koefisien angin x luasan x beban angin)

Beban desak $0,8 \times 11,2 \times 25 = 224 \text{ kg}$

Beban hisap $0,4 \times 11,2 \times 25 = 112 \text{ kg}$

Beban W

W1= Arah horizontal : $224 \times \sin 30^\circ = 112 \text{ kg}$

Arah vertical: $224 \times \cos 30^\circ = 193,9 \text{ kg}$

W2= Arah horizontal : $\frac{1}{2} \times 112 = 56 \text{ kg}$

Arah vertical : $\frac{1}{2} \times 193,9 = 96,95 \text{ kg}$

W3= Arah horizontal : $112 \times \sin 30^\circ = 56 \text{ kg}$

Arah vertical : $112 \times \cos 30^\circ = 97 \text{ kg}$

W4= Arah horizontal : $\frac{1}{2} \times 56 = 28 \text{ kg}$

Arah vertical : $\frac{1}{2} \times 97 = 48,5 \text{ kg}$

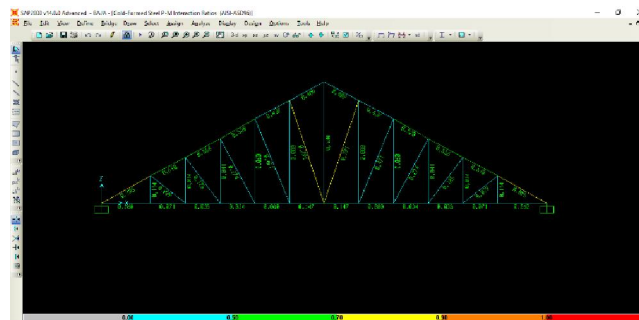
Kombinasi pembebanan kedalam program SAP 2000

Beban mati = 1,2

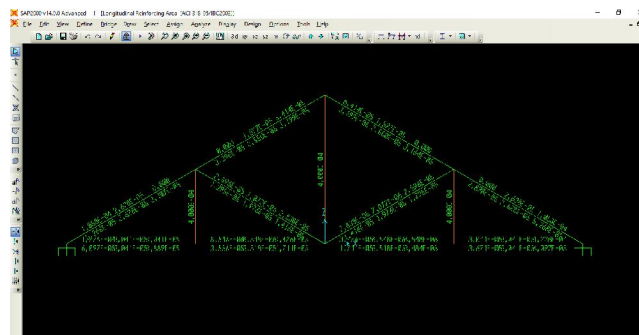
Beban hidup = 1,6

Beban angin = 1,5

Desain Struktur SAP 2000



Gambar 3.Hasil analisis Baja Ringan



Gambar 4.Hasil analisisBeton Bertulang

Warna frame setelah check desain merupakan indikasi kekuatan dimana warna biru menunjukkan bahwa struktur sangat kuat, hijau kuat, kuning kurang kuat, orange tidak kuat, merah perencanaan gagal. Dari hasil check desain struktur menggunakan SAP 2000 V.18 pada struktur diatas yaitu baja ringan dan beton bertulang diketahui bahwa semua frame berwarna biru,kuning dan hijau dan orange yang menunjukkan bahwa struktur kuda-kuda baja tersebut kuat.

Output Desain SAP 2000

Berdasarkan data output yang ditunjukkan pada gambar dibawah data yang dihasilkan dari Software SAP 2000 untuk menghitung pembebanan yang akan dijadikan data perbandingan antara baja ringan dengan beton bertulang maka didapatkan momen yang terbesar yaitu momen nominal (Mn), gaya geser (Vn) dan lendutan masing-masing yaitu:

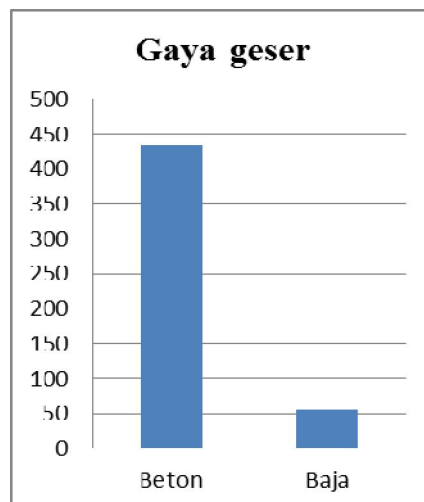
Tabel. 1. Output SAP 2000

Keterangan	Output Baja Ringan	Output Beton Bertulang
Momen Nominal (Mn) Kg-m	20,05	245
Gaya geser nominal (Vn) Kg-m	54,80	434
Lendutan (m)	0,000345	0,000124

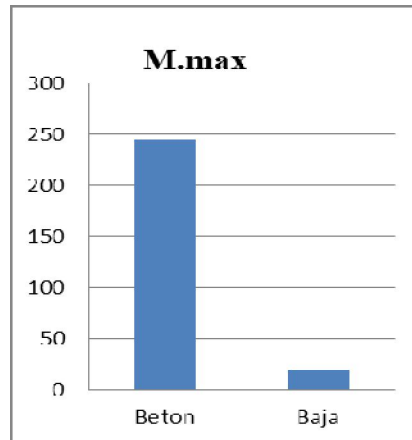
Dari data tabel diatas diperoleh hasil lendutan dimana lendutan izin yang diberikan oleh SNI yaitu $L/480$ dan didapat 0,02083 sehingga struktur kuda kuda aman dari SNI, dan untuk momen nominal perhitungan SAP 2000 memperoleh hasil output baja ringan 20,05 dan beton bertulang 245 dan untuk gaya geser didapat 54,80 kg dan beton 434 kg sehingga didapat tabel rasionya:

Tabel 2.rasio perbandingan

	M. max	Rasio	Gaya Geser	Rasio
Beton	245	12,2	434	8
Baja	20,05	1	54,8	1



Gambar 5. Grafik Momen



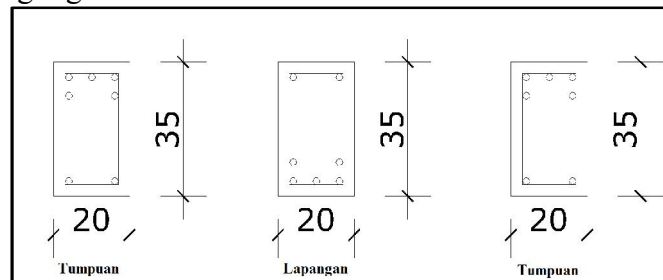
Gambar 6. Grafik gaya geser

A. Data tulangan beton kuda-kuda yang digunakan dalam SAP 2000

1. Balok 35 x 20 cm
Tulangan tarik 5 D 19 mm
Tulangan tekan 2 D 19 mm
Sengkang D10 mm
2. Balok 20 x 20cm
Tulangan tarik 2 D 19 mm
Tulangan tekan 2 D 19 mm
Sengkang D10 mm
3. Kolom 20 x 20 cm
d 13 mm sengkang d 8 mm

B. Data baja ringan yang diperlukan

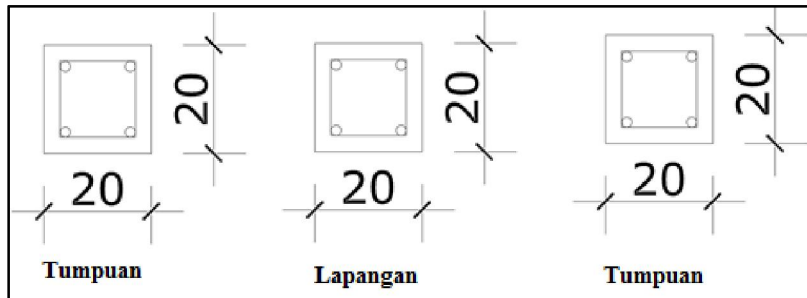
1. Total panjang baja yang digunakan 31 m



Gambar 7. Detail balok 35x20

Tabel. 3. Balok 35x20

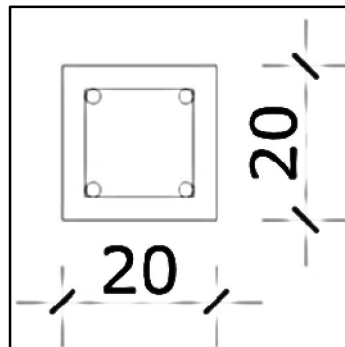
	Tumpuan kanan	Lapangan	Tumpuan kanan
Tulangan Atas	5 D 19 mm	2 D 19 mm	5 D 19 mm
Tulangan Bawa	2 D 19 mm	5 D 19 mm	2 D 19 mm
Sengkang	D 10 -150	D 10 -150	D 10 -150



Gambar 8.. Detail balok 20x20

Tabel. 4. Balok 20x20

	Tumpuan kanan	Lapangan	Tumpuan kanan
Tulangan Atas	2 D 19 mm	2 D 19 mm	2 D 19 mm
Tulangan Bawa	2 D 19 mm	2 D 19 mm	2 D 19 mm
Senggang	D 10 -150	D 10 -150	D 10 -150



Gambar 9. Detail kolom 20x20

Tabel. 5. Kolom 20x20

Tulangan Atas	2 D 13 mm	2 D 13 mm	2 D 13 mm
Tulangan Lapangan	2 D 13 mm	2 D 13 mm	2 D 13 mm
Tulangan Bawa	2 D 13 mm	2 D 13 mm	2 D 13 mm
Senggang	D 10 -100	D 10 -150	D 10 -100

Rencana Anggaran Biaya

Dari data perhitungan yang sudah didapat berdasarkan batasan penelitian yaitu wilayah lampung maka didapat rencana anggaran biaya untuk perencanaan kuda-kuda baja ringan dan beton bertulang didapat rencana anggaran biaya:

Tabel. 6. Rencana anggaran biaya

NO	URAIAN PEKERJAAN				VOLUME		SAT	HARGA SATUAN		JUMLAH HARGA	
								(RP.)		(RP.)	
1	2				3			4		5	
I	PEKERJAAN KUDA-KUDA BETON										
1	Balok 35x20										
	1 Pembesian				117,71	kg		18.340,00	Rp	2.158.876,27	
	2 Bekisting				14,23	m ²		68.340,00	Rp	972.136,50	
	3 Pengecoran				1,98	m ³		1.173.210,00	Rp	2.320.609,38	
										Rp	5.451.622,15
I	PEKERJAAN ATAP										
I	Pas. Kuda-kuda B.J ringan				31,00	m'		79.000,00	Rp	2.449.000,00	

Deviasi Standar

Hasil yang diperoleh dari kedua konstruksi kuda-kuda baja ringan dan beton bertulang yaitu 560, 1848, 1830, 2128,08 sehingga dapat dihitung standar deviasinya.

Penyelesaian dengan rumus :

No	y	y ²
1	1560	2433600
2	1848	3415104
3	1830	3348900
4	2128,08	4528724,4
Jumlah	7366,08	13726328,4

$$s = \sqrt{\frac{\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}}{n - 1}}$$

$$= \sqrt{\frac{13726328,4 - \frac{(7366,08)^2}{4}}{4 - 1}}$$

$$s = 232,05 \text{ kg}$$

Kesimpulan dan saran

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis perbandingan konstruksi kuda-kuda baja ringan dengan kuda-kuda beton menggunakan program SAP 2000 V.18, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kekuatan yang diperoleh dari hasil program SAP 2000 V.18 yaitu momen nominal dari beton 245 kg-m dan baja ringan 20,05 kg-m sehingga perbandingan rasionya yaitu 1:12,2. Dan momen beton yang diperoleh lebih besar dari pada baja ringan begitu pula gaya geser.

2. Dari hasil perhitungan rencana anggaran biaya selisih yang diperoleh antara baja ringan dengan beton bertulang yaitu Rp.3.002.622 atau sekitar 45 % sehingga harganya lebih efisien baja ringan dibandingkan kuda-kuda beton.
3. Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode ritter didapat hasil deviasi standar yang diperoleh, yaitu 232,05 kg.

Saran

Dari hasil penelitian ini, ada beberapa saran yang dapat diutarakan antara lain sebagai berikut.

1. Perlu penelitian lebih lanjut dengan menggunakan variasi bentang yang berbeda yang digunakan.
2. Perlu penelitian lebih lanjut dengan variasi dimensi profil baja ringan yang digunakan.
3. Perlu penelitian lebih lanjut dengan variasi tipe kuda-kuda yang digunakan.

Daftar Pustaka

- Badan Standarisasi Nasional. (2013). *Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung*:SNI 2847:2013, Jakarta, Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional. (2014). *Baja Tulangan Beton* :SNI 2052:2014, Jakarta, Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional. (2013). *Struktur Baja Canai Dingin* :SNI 7971:2013, Jakarta, Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional. (2012). *Tata Cara Perencanaan Ketahan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*:SNI 1726:2012, Jakarta, Indonesia.
- CV. LAMPUNG TEKNIK NUSANTARA JL.Sultan H.Gg. Harapan II, NO. 37 Labuhan ratu, kedaton, Bandar Lampung, Lampung 35132.
- <http://sipilkita.blogspot.co.id/2011/12/kelebihan-dan-kekurangan-beton.html> 18/03/2017 10.13
- <http://digilib.itb.ac.id/files/disk1/539/jbptitbpp-gdl-dessytrian-26927-2-2007ta-2.pdf> 18/03/2017 15.00
- <http://ejournalunisma.net/ojs/index.php/prosiding/article/download/1157/1031> 03/04/2017 22.38
- Jasuli,Darma(2014).*Perbandingan Kontruksi Atap Kayu Dengan Atap Beton Ditinjau Dari Segi Biaya* di akses dari:[Http://download.portalgaruda.org/article.php?article=267534&val=6832&title=perbandingan%20kontruksi%20atap%20kayu%20dengan%20atap%20beton%20ditinjau%20dari%20segi%20biaya](http://download.portalgaruda.org/article.php?article=267534&val=6832&title=perbandingan%20kontruksi%20atap%20kayu%20dengan%20atap%20beton%20ditinjau%20dari%20segi%20biaya) 03/04/2017 22.40.
- Kibagus (2011, 27 Februari) *Bentuk Konstruksi Kuda Kuda Berdasar Lebar Bentang*. Diakses Dari:<http://www.hdesignideas.com/2011/01/bentuk-konstruksi-kuda-kuda-berdasar.html>. 15/03/2017 (14.18).
- Royani, m., 2011, *konstruksi atap, Teknik desain arsitektur, Unpublished thesis, univesitas diponogoro semarang*. diakses dari : <http://download.portalgaruda.org/article.php?article=147096&val=5847> 15/03/2017 (14.53).22.4